

05 MAY 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



RECD 18 MAY 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 15 522.8

**Anmeldetag:** 4. April 2003

**Anmelder/Inhaber:** BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH,  
81669 München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Leistungsregelung einer Abtauheizung  
und Kältegerät mit integrierter Abtauheizung

**IPC:** F 25 D 21/08

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 22. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

in Auftrag

Faust

## **Verfahren zur Leistungsregelung einer Abtauheizung und Kältegerät mit integrierter Abtauheizung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Leistungsregelung einer Abtauheizung eines Kältegerätes in Abhängigkeit einer Versorgungsspannung der Abtauheizung sowie ein Kältegerät mit integrierter Abtauheizung, insbesondere zur Durchführung des genannten Verfahrens.

Bei Kältegeräten, wie beispielsweise Kühlschränken, entsteht das Problem, dass sich auf dem kälteerzeugenden Verdampfer Eis bildet. Dieses Eis wirkt isolierend, so dass ein Kälteaustausch zwischen dem Verdampfer und dem Kühlraum erschwert wird. Aus diesem Grund muss das Eis von Zeit zu Zeit abgetaut werden. Hierzu weisen viele Kühlgeräte, insbesondere so genannte Frost-Free Geräte, eine Abtauheizung auf.

Eine solche Abtauheizung kann z.B. anhand von Eissensoren gesteuert werden, indem der Abtauprozess in Gang gesetzt wird, wenn die erfasste Eismenge einen Grenzwert überschreitet, und abgebrochen wird, wenn kein Eis mehr erfasst wird. Derartige Eissensoren sind jedoch aufwändig und von begrenzter Zuverlässigkeit. Außerdem ist eine Mehrzahl von ihnen erforderlich, um die Gesamtmenge des Eises (dessen Dicke von Ort zu Ort variieren kann) zuverlässig einschätzen zu können.

Eine bevorzugte Lösung ist daher, mit Hilfe eines Zeitschaltgliedes periodisch Abtauvorgänge mit fest vorgegebener Dauer zu steuern. Eine solche Steuerung ist einfach, preiswert und zuverlässig. Sie hat jedoch den Nachteil, dass die zum Abtauen einer gegebenen Eismenge tatsächlich erforderliche Zeit von der Leistung der Abtauheizung und damit vom Wert von deren Versorgungsspannung abhängt. Die von einem externen Versorgungsnetz bereitgestellte Versorgungsspannung ist jedoch nicht notwendigerweise an jedem Ort des Netzes gleich einer spezifizierten Nennspannung, vielmehr kann sie von Ort zu Ort und Zeit zu Zeit innerhalb einer spezifizierten Schwankungsbreite um die Nennspannung variieren.

Ist die Versorgungsspannung zu niedrig, so kann es vorkommen, dass die vorgegebene Abtauzeitdauer für eine vollständige Abtauung nicht genügt, so dass die Eismenge über

mehrere Abtauzyklen hinweg immer größer wird. Dies kann die Funktionsfähigkeit des Kältegeräts beeinträchtigen.

Gibt man die Abtauzeitdauer so vor, dass selbst bei dem kleinsten im zulässigen Wertebereich liegenden Wert der Versorgungsspannung eine vollständige Abtauung garantiert ist, dann wird, wenn die Versorgungsspannung höher ist, mehr Wärme freigesetzt, als zum Abtauen tatsächlich erforderlich. Diese Wärme muss anschließend durch Mehrarbeit der Kältemaschine wieder abgeführt werden, was die Wirtschaftlichkeit des Kältegeräts beeinträchtigt.

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, ein neues Verfahren zur Leistungsregelung einer Abtauheizung eines Kältegerätes sowie ein neues Kältegerät, insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäß Verfahrens, zur Verfügung zu stellen, welche die genannten Nachteile überwinden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zum Betreiben einer Abtauheizung eines Kältegerätes mit folgenden Verfahrensschritten:

- a) Ermitteln eines Spannungswerts eines der Abtauheizung zugeführten Versorgungsstroms,
- b) Festlegen eines Tastverhältnisses des Versorgungsstroms in Abhängigkeit von dem ermittelten Spannungswert,
- c) Versorgen der Abtauheizung mit dem entsprechend dem festgelegten Tastverhältnis getasteten Versorgungsstrom.

Die genannte Aufgabe wird weiterhin gelöst durch ein Kältegerät mit integrierter Abtauheizung, insbesondere zur Durchführung des erfindungsgemäß Verfahrens, mit einer Erfassungsschaltung zum Erfassen eines Spannungswerts an einem Versorgungsanschluss der Abtauheizung und zum Erzeugen eines getasteten Steuersignals mit einem vom erfassten Spannungswert abhängigen Tastverhältnis und einem durch das Steuersignal betätigten Unterbrecher für den der Abtauheizung zugeführten Versorgungsstrom.

Bei den bisher bekannten Lösungen zum Abtauen von Verdampfern in Kältegeräten wird die Abtauheizung unabhängig von der Netzspannung ungetastet, d.h. mit einem Tastverhältnis

von 100% eingeschaltet. Dies kann, wie bereits oben erwähnt, dazu führen, dass beim Auftreten von Spannungsschwankungen entweder zu viel oder zu wenig geheizt wird, da sich die Heizleistung proportional zum Quadrat der Versorgungsspannung der Abtauheizung variiert. Wird zu wenig geheizt, ist der Abtauvorgang oft unvollständig, wird zu viel geheizt, ist dies mit unnötiger Energieverschwendun verbunden. Durch die Tastung der Abtauheizung (einschließlich gegebenenfalls einer Rinnenheizung) in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung (im Allgemeinen der Netzspannung) werden diese Probleme vermieden, indem die relative Einschaltdauer der Abtauheizung mit zunehmender Versorgungsspannung abnimmt.

Der einfachen Realisierbarkeit wegen ist die Abhängigkeit des Tastverhältnisses von der Versorgungsspannung vorzugsweise durch eine Stufenfunktion mit mindestens zwei, vorzugsweise drei oder vier diskreten Werten gegeben.

Innerhalb einer zulässigen Schwankungsbreite der Versorgungsspannung kann diese Stufenfunktion mindestens zwei, vorzugsweise drei oder vier diskrete Werte haben.

Die Verwendung einer Stufenfunktion entspricht einer Unterteilung des Wertebereichs der Versorgungsspannung in mehrere Intervalle, wobei jedem Intervall einer der diskreten Werte der Stufenfunktion zugeordnet ist. Um die Schwankungsbreite der Heizleistung in jedem Intervall in etwa gleich zu halten, sind die Intervallgrenzen vorzugsweise so festgesetzt, dass obere und untere Grenze in einem für alle Intervalle im Wesentlichen gleichen Verhältnis, vorzugsweise mit einem Wert zwischen 1,1 und 1,2, stehen.

Bei einer besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens setzt die Tastung erst beim Überschreiten einer vorher definierten Unterspannung ein. Wird diese Unterspannung nicht erreicht, so wird die Heizung kontinuierlich, d.h. mit einem Tastverhältnis von 1, versorgt. Diese Unterspannung sollte mindestens 2/3 der Nennspannung, bei einer Nennspannung von 230 Volt Wechselstrom (VAC) also ca. 150 VAC, vorzugsweise mindestens 70 % der Nennspannung (165 VAC) betragen. Bei Überschreitung der genannten Unterspannung wird die Heizung getastet betrieben.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste schematische Darstellung eines Kältegeräts, an dem die vorliegende Erfindung realisiert ist;

Fig. 2 eine zweite schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kältegeräts; und

Fig. 3 eine Kennlinie der Heizleistung als Funktion der Versorgungsspannung einer Abtauheizung gemäß der Erfindung.

Fig. 1 zeigt stark schematisiert ein No-Frost-Kältegerät, an dem die vorliegende Erfindung realisiert ist. Das Kältegerät umfasst in herkömmlicher Weise ein wärmeisolierendes Gehäuse 1, in dessen Innerem ein Lagerraum 2 für Kühlgut und eine von dem Lagerraum 2 durch eine Zwischenwand 3 abgetrennte, durch Öffnungen 4 in der Zwischenwand 3 kommunizierende Verdampferkammer 5 gebildet sind. In der Verdampferkammer 5 befindet sich ein durch eine Kältemaschine 6 mit Kältemittel versorgter plattenförmiger Verdampfer 7 und, in engem Kontakt mit diesem, eine Abtauheizung 8.

Die Abtauheizung 8 ist über einen Unterbrecher 9 unter der Kontrolle einer Steuerschaltung 10 mit einem Heizstrom beaufschlagbar. Die Abtauheizung 8 ist hier über Klemmen 11 parallel mit der Kältemaschine 6 ans Lichtnetz angeschlossen, ihre Versorgungsspannung beträgt hier nominell 230 V Wechselstrom (230 VAC). Der Unterbrecher 9 ist vorzugsweise ein Leistungstransistor oder Thyristor.

Die Steuerschaltung 10 empfängt ein Spannungsmesssignal einer parallel zu den Klemmen 11 geschalteten Spannungsmessschaltung 12. In Abhängigkeit vom empfangenen Messwert liegt die Steuerschaltung 10 ein Tastverhältnis für die Ansteuerung des Unterbrechers 9 nach folgendem Schema an:

160 - 186 VAC:	100 % relative Einschaltdauer
186 - 216 VAC:	74 % relative Einschaltdauer (Ein-Zeit: 22 s; Aus-Zeit: 8 s)
216 - 252 VAC:	55 % relative Einschaltdauer (Ein-Zeit: 16 s; Aus-Zeit: 14 s)
ab 252 VAC:	40 % relative Einschaltdauer (Ein-Zeit: 12 s; Aus-Zeit: 18 s)

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer zweiten Ausgestaltung eines No-Frost-Kältegeräts gemäß der vorliegenden Erfindung. Komponenten, die denen bereits mit Bezug auf Fig. 1 beschriebenen entsprechen, tragen die gleichen Bezugszeichen und werden nicht

erneut beschrieben. Der wesentliche Unterschied zwischen den zwei Ausgestaltungen ist, dass bei der Ausgestaltung der Fig. 2 die Spannungsmessschaltung 12 nicht zwischen den Klemmen 11 und dem Unterbrecher 9 angeordnet ist, sondern hinter dem Unterbrecher 9 unmittelbar mit der Abtauheizung 8 parallel geschaltet ist und somit deren Eingangsspannung frei von Störeinflüssen durch vorgeschaltete Schaltungsteile erfassen kann. Um das Erfassungsergebnis der Messschaltung 12 unabhängig vom Tastverhältnis des Unterbrechers 9 zu machen, ist die Messschaltung 12 mit einer Diode 13 in Reihe und mit einem Kondensator 14 parallel geschaltet, die bewirken, dass an der Spannungsmessschaltung 12 gleichbleibend der Spitzenwert einer der zwei Halbwellen der Versorgungsspannung anliegt.

Fig. 3 zeigt die Ergebnisse des oben beschriebenen Beispiels im Vergleich mit einer nicht getakteten Heizung in Diagrammform.

Bei einer nicht getakteten Heizung steigt die Heizleistung proportional mit dem Quadrat der Spannung, wie durch die gestrichelte Kurve in Fig. 3 dargestellt. Die Heizleistung bei der Nennspannung von 230 VAC ist hier gleich 100 % gesetzt. Wenn die tatsächliche Versorgungsspannung des Kältegeräts nicht 230 V beträgt, sondern beispielsweise 160 VAC, wird lediglich eine Heizleistung von ca. 50 % erreicht. Wenn für einen Abtauprozess eine feste Heizeitspanne voreingestellt ist, die so bemessen ist, dass bei der Nennspannung eine erwartete Eismenge auf dem Verdampfer 7 vollständig abtaut, so taut bei 160 VAC nur die Hälfte dieser Menge ab. Liegt die tatsächliche Versorgungsspannung über der Nennspannung, so gibt die Abtauheizung 8 beim Abtauen mehr Wärme ab als erforderlich. So ist beispielsweise bei 290 VAC bereits eine Heizleistung von ca. 160 % erreicht. D.h. 60 % der Heizenergie werden zum Abtauen überhaupt nicht benötigt und belasten nur die Energiebilanz des Kältegeräts.

Erfindungsgemäß ist der Versorgungsspannungsbereich von 160 VAC bis 290 VAC in vier Intervalle mit den oben tabellarisch angegebenen Grenzen unterteilt, wobei jedem Intervall ein festes Tastverhältnis zugeordnet ist. Die oberen und unteren Grenzen der Spannungsintervalle stehen hier so in einem Verhältnis von ca. 1,15, so dass innerhalb eines Intervalls die Leistung der Abtauheizung in einem Bereich von  $100 \pm 15\%$  um eine Nennleistung liegt.

Durch diese geringen Abweichungen der Heizleistung von der Soll-Heizleistung ist eine gleichmäßige und besser reproduzierbare Abtauung des Verdampfers auch bei stärkeren Spannungsschwankungen möglich.

Allgemein kann gesagt werden, dass bei einer steigenden Anzahl von Spannungsintervallen die Abweichung zur Soll-Abtauleistung über einen großen Spannungsbereich klein wird und umgekehrt.

Es versteht sich, dass die Spannungsintervalle auch anders gewählt werden können. Werden sie beispielsweise noch kleiner gewählt, erhöht sich also ihre Zahl, so wird die Abweichung von der Soll-Abtauleistung noch kleiner. Denkbar wären beispielsweise 10 VAC-Spannungsschritte. Dabei müssen natürlich die relativen Einschaltdauern an die Spannungsschritte angepasst werden.

Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Strategie, periodisch jeweils während einer festen Zeitspanne abzutauen, auf der Voraussetzung beruht, dass die sich zwischen zwei Abtauvorgängen auf dem Verdampfer 7 sammelnde Eismenge konstant bleibt. Diese Voraussetzung ist natürlich nicht exakt erfüllt, sondern die sich bildende Eismenge kann in Abhängigkeit von den Benutzungsbedingungen (eingestellte Kühltemperatur, Zahl der Türöffnungen) oder Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) variieren. Es wäre zwar technisch kein Problem, die bei einem Abtauprozess abgegebene Wärmemenge bis auf wenige Prozent oder genauer konstant zu halten, doch bringt der damit verbundene Aufwand kaum Vorteile, wenn die abzutauende Eismenge stärker fluktuiert. Eine Intervallteilung des interessierenden Versorgungsspannungsbereichs der Art, dass in den einzelnen Intervallen die Heizleistung um nicht mehr als ca.  $\pm 15\%$  variiert, erscheint daher als günstiger Kompromiss zwischen Reproduzierbarkeit der Heizenergie und Einfachheit der Realisierung.

Es versteht sich, dass auch die Periode der Tastung eine andere als im oben aufgeführten Beispiel sein kann. Im oberen Beispiel beträgt die Periode 30 s. Die Periode kann auch größer (z. B. 1 min.) oder kleiner (z. B. 15 s) gewählt werden.

Wenn wie im hier betrachteten Fall der Versorgungsstrom für die Abtauheizung 8 ein Wechselstrom ist, ist es wichtig, dass die Periode der Tastung eine Vielzahl von dessen Perioden umfasst, damit ein linearer Zusammenhang zwischen Tastverhältnis und Heizleistung garantiert ist. Bei einer üblichen Frequenz des Wechselstroms von 50 oder 60 Hz ist diese Anforderung auf jeden Fall dann erfüllt, wenn die Testperiode größer als 1 s ist.

5

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Abtauheizung eines Kältegerätes mit folgenden Verfahrensschritten:
  - a) Ermitteln eines Spannungswerts eines der Abtauheizung zugeführten Versorgungsstroms;
  - b) Festlegen eines Tastverhältnisses des Versorgungsstroms in Abhängigkeit von dem ermittelten Spannungswert;
  - c) Versorgen der Abtauheizung mit dem entsprechend dem festgelegten Tastverhältnis getasteten Versorgungsstrom.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Tastverhältnis als eine abnehmende Stufenfunktion des ermittelten Spannungswerts festgelegt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Stufenfunktion innerhalb eines zulässigen Schwankungsbereichs des Spannungswerts wenigstens zwei, vorzugsweise drei oder vier diskrete Werte aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Wertebereich der Spannung in eine Mehrzahl von Intervallen unterteilt wird, denen jeweils ein festes Tastverhältnis zugeordnet wird, und dass das Verhältnis von oberer zu unterer Grenze jedes Intervalls zwischen 1,1 und 1,2 beträgt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Spannungswerten unterhalb von 150 VAC, vorzugsweise unterhalb 165 VAC, ein Tastverhältnis von 1 zugeordnet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Versorgungsstrom ein Wechselstrom ist und mit einer Tastfrequenz getastet wird, die ein Bruchteil seiner Wechselfrequenz ist.

- 5    7. Kältegerät mit integrierter Abtauheizung (8), gekennzeichnet durch eine Erfassungsschaltung (10, 12) zum Erfassen eines Spannungswerts an einem Versorgungsanschluss (11) der Abtauheizung (8) und zum Erzeugen eines getasteten Steuersignals mit einem vom erfassten Spannungswert abhängigen Tastverhältnis und einen durch das Steuersignal betätigten Unterbrecher (9) für den der Abtauheizung (8) zugeführten Versorgungsstrom.
- 10
- 15    8. Kältegerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Tastverhältnis als eine abnehmende Stufenfunktion des ermittelten Spannungswerts festgelegt ist.
- 10    9. Kältegerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Stufenfunktion wenigstens zwei, vorzugsweise drei oder vier diskrete Werte aufweist.
- 20    10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Wertebereich der Spannung in eine Mehrzahl von Intervallen unterteilt ist, denen jeweils ein festes Tastverhältnis zugeordnet wird, und dass das Verhältnis von oberer zu unterer Grenze jedes Intervalls zwischen 1,1 und 1,2 beträgt.
- 25    11. Kältegerät nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Erfassungsschaltung (10, 12) Spannungswerten unterhalb von 150 VAC, vorzugsweise unterhalb 165 VAC, ein Tastverhältnis von 1 zuordnet.

Fig. 1

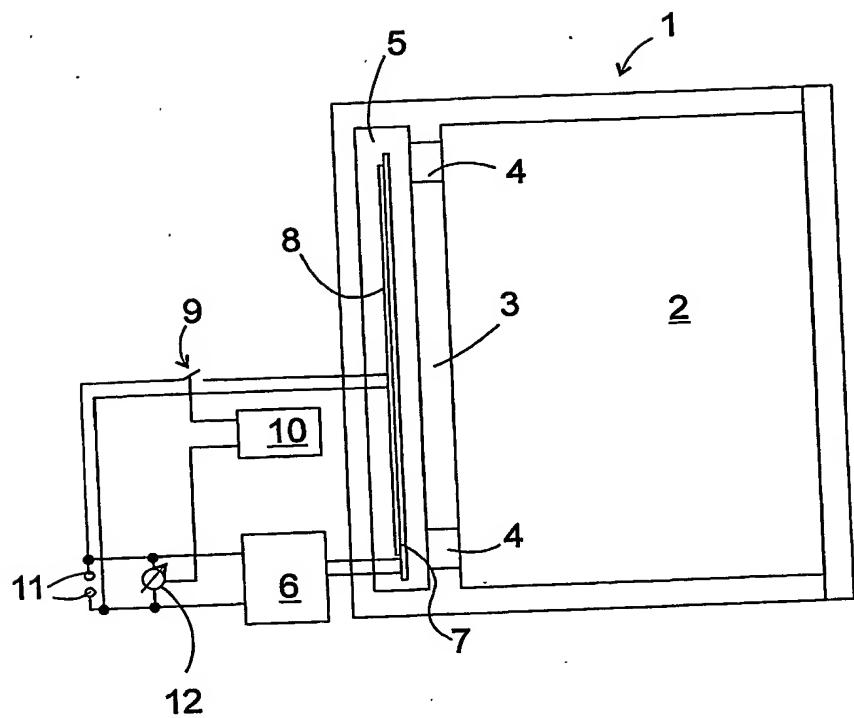


Fig. 2

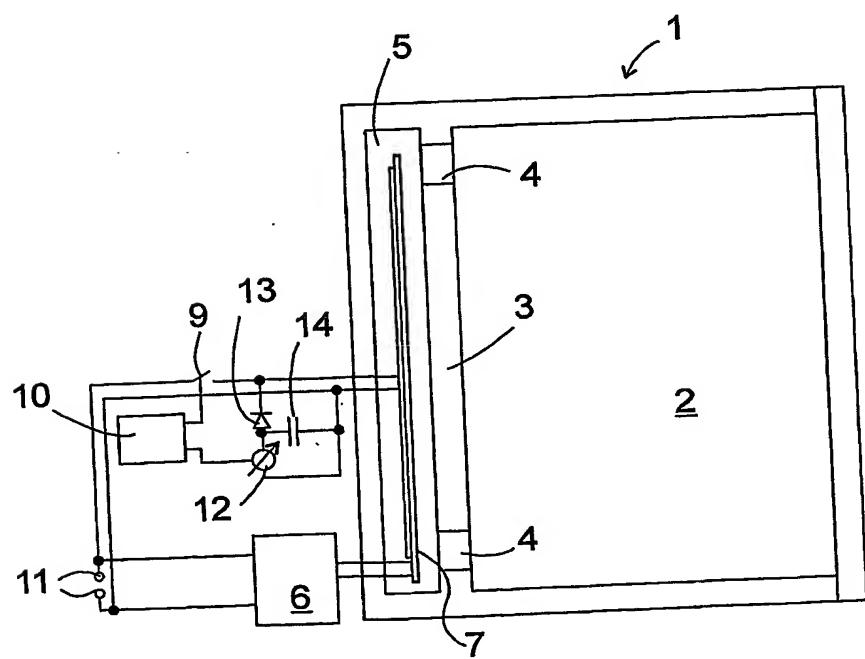
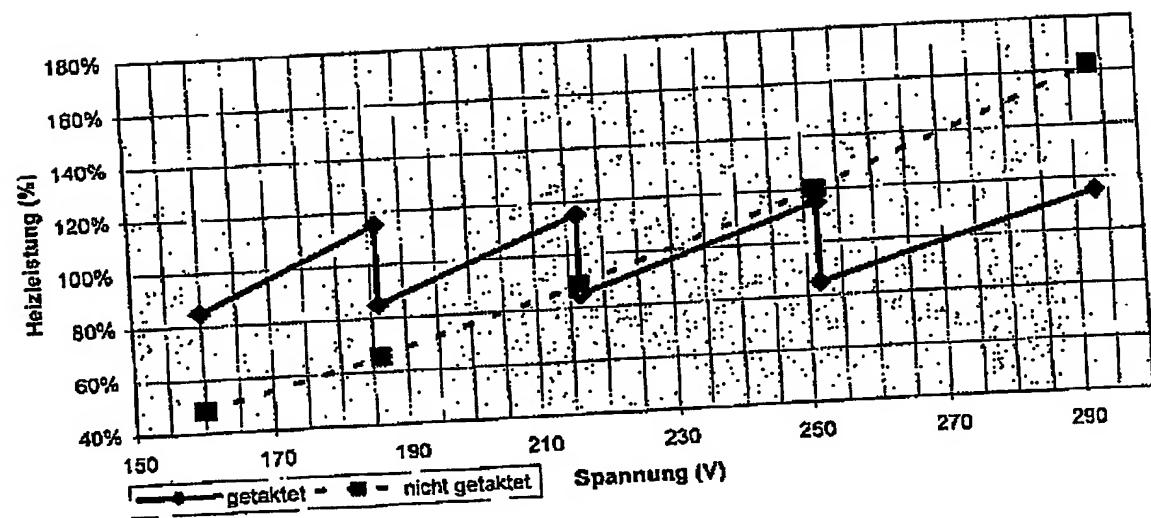


Fig. 3



5

## ZUSAMMENFASSUNG

### Verfahren zur Leistungsregelung einer Abtauheizung und Kältegerät mit integrierter Abtauheizung

- 10 Bei einem Kältegerät mit integrierter Abtauheizung (8) ist eine Erfassungsschaltung (10, 12) zum Erfassen eines Spannungswerts an einem Versorgungsanschluss (11) der Abtauheizung (8) und zum Erzeugen eines getasteten Steuersignals mit einem vom erfassten Spannungswert abhängigen Tastverhältnis und ein durch das Steuersignal betätigter Unterbrecher (9) für den der Abtauheizung (8) zugeführten Versorgungsstrom vorgesehen. Über den Unterbrecher wird das Tastverhältnis des Versorgungsstroms entsprechend dem erfassten Spannungswert eingestellt, um auf Spannungsschwankungen zurückgehende Leistungsschwankungen der Abtauheizung zu begrenzen.
- 15
- 20 Fig. 1

Fig. 1

